



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

**RELAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA VARIAÇÃO
TERMOPLUVIOMÉTRICA E DOS CASOS DE DENGUE
ENTRE 2007 E 2011 EM JOÃO PESSOA-PB**

Caio Américo Pereira de Almeida

João Pessoa – PB
2014

Caio Américo Pereira de Almeida

**RELAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA VARIAÇÃO
TERMOPLUVIOMÉTRICA E DOS CASOS DE DENGUE
ENTRE 2007 E 2011 EM JOÃO PESSOA-PB**

Monografia apresentada ao Departamento
de Geociência da Universidade Federal da
Paraíba – UFPB, para obtenção do grau de
bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Richarde Marques da Silva

**João Pessoa – PB
2014**

Catálogo na publicação
Universidade Federal da Paraíba
Biblioteca Setorial do CCEN

A447r Almeida, Caio Américo Pereira de.

Relação espaço-temporal da variação termopluviométrica e dos casos de Dengue entre 2007 e 2011 em João Pessoa-PB / Caio Américo Pereira de Almeida. – João Pessoa, 2014.

42p. : il.

Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof.: Dr. Richarde Marques da Silva.

.

1. Geografia humana. 2. Geografia médica. 3. Dengue e a variação termopluviométrica. I. Título.

**RELAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA VARIAÇÃO TERMOPLUVIOMETRICA E
DOS CASS DE DENGUE ENTRE 2007 E 2011 EM JOÃO PESSOA - PB**

Data: 21/08/2014

Nota: 8,5

BANCA EXAMINADORA

Richarde Marques da Silva

Prof. Dr. Richarde Marques da Silva
Orientador – Universidade Federal da Paraíba

Marcelo de Oliveira Moura

Prof. Dr. Marcelo Oliveira Moura
Examinador Interno – Universidade Federal da Paraíba

Leonardo Pereira e Silva

Prof. M.Sc. Leonardo Pereira e Silva
Examinador Externo – Secretaria de Educação do Estado da Paraíba

**João Pessoa - PB
2014**

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Richarde Marques da Silva, por acreditar na minha pesquisa e me dar todo o apoio necessário para desenvolvê-la.

Ao Prof. Dr. Marcelo Oliveira Moura, pelo suporte teórico que me passou ao longo da minha formação acadêmica e de fundamental importância para o trabalho.

A Secretaria Municipal de Saúde de João Pessoa por fornecer os dados de casos de dengue.

Ao PROLICEN pelo suporte financeiro e estrutural disponibilizando o LEPAN – Laboratório de Ensino e Pesquisa em Análise Espacial.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) por fornecer os dados climatológicos.

Ao Prof. M.Sc. Leonardo Pereira e Silva pela disponibilidade de participar da banca.

A minha cunhada Joseliza Grêdja Rego de Oliveira Almeida pela disposição de ajudar em momentos de dúvidas.

A todos os professores que ajudaram na minha formação intelectual, pois sem eles não chegaria a lugar algum.

A toda minha família que se orgulha de mim por saber que tenho uma vida voltada para o estudo.

A meu pai Prof. M.Sc Antonio Américo Falcone de Almeida por me estimular a sempre estudar, me apoiar a buscar meus objetivos através dos estudos e estar sempre ao meu lado.

“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer”

Albert Einstein

RESUMO

O trabalho teve como objetivo analisar a manifestação da dengue, notificado pelo SUS, no município de João Pessoa relacionando sua ocorrência com a variabilidade climática entre o período 2007 a 2011. Este estudo teve como base a Geografia Médica, pois, possui uma abordagem climática baseada nos apontamentos de Monteiro (2003) e outra epidemiológica que foi realizada de acordo com o roteiro de investigação epidemiológica da dengue, segundo o Guia de Vigilância Epidemiológica (Ministério da Saúde, 2009). Assim, foram adquiridos os seguintes dados: dados de precipitação mensal, dados de temperatura máxima e mínima, dados de umidade relativa do ar, e casos de dengue. Os dados climatológicos foram obtidos junto à Estação Meteorológica do INMET de João Pessoa e os casos de dengue foram coletados na Secretaria Municipal de Saúde do Município de João Pessoa. Com isso, foram elaborados mapas, gráficos e correlações estatísticas entre as variáveis. Percebe-se que o maior número de casos da doença ocorrem em bairros dotados de infraestrutura precária e existe uma forte relação entre o aumento de pessoas infectadas e os meses mais chuvosos.

Palavras-chave: Dengue, Geografia Médica, João Pessoa.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the manifestation of dengue in the city of Joao Pessoa relating its occurrence with the climate variability between the period 2007 to 2011. This study was based on the Medical Geography, therefore, has a climate approach based on notes of Monteiro (2003) and other epidemiological investigation that was carried out in accordance with the roadmap of epidemiological research of dengue, according to the Guide of Epidemiological Surveillance (Ministry of Health, 2009). Thus, the following data were acquired: (a) precipitation data, (b) data of maximum and minimum temperature, (c) data on relative humidity of the air, and (d) cases of dengue. Climatological data were obtained from the National Institute of Meteorology (INMET) and cases of dengue were collected in the Municipal Health Department of the city of João Pessoa. With this, we elaborate charts, graphs and statistical correlations between variables were developed. It is noticed that the highest number illness cases occur in neighborhoods endowed poor infrastructure and a strong correlation between the increase of infected people and the rainiest months.

Keywords: Dengue, Medical Geography, João Pessoa.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Justificativa.....	11
1.2 Objetivos.....	14
1.2.1 Objetivo geral.....	14
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 Abordagens climática e epidemiológica.....	16
2.2 O uso do geoprocessamento na análise climática e ambiental.....	17
2.3 A dengue.....	18
2.4 Vulnerabilidade Espacial da Dengue e sua Relação com a Variabilidade Termopluviométrica.....	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
3.1 A área de estudo.....	24
3.2 Coleta de dados e construção do banco de dados.....	25
3.3 Análise Espacial dos Casos de Dengue.....	26
3.4 Estimador de intensidade Kernel.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
6. REFERÊNCIAS.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fases do desenvolvimento do mosquito <i>Aedes Aegypti</i>	19
Figura 2 – Localização geográfica do município de João Pessoa.....	24
Figura 3 Comparação entre os casos de dengue em João Pessoa entre 2007 e 2011 e as variáveis termopluviométricas: (a) Precipitação, (b) Umidade Relativa do Ar, e (c) Temperaturas máxima, média e mínima.....	28
Figura 4 – Evolução anual da precipitação média para o município de João Pessoa. (Média anual: 1.930mm; Desvio médio: 527,73mm; Desvio padrão: 639,91.....	30
Figura 5 – Anomalia das precipitações médias anuais (mm), para o período de 1970 a 2010 em João Pessoa.....	31
Figura 6 – Distribuição espacial dos casos de dengue em João pessoa em: (a) 2007, (b) 2008, (c) 2009, (d) 2010, (e) 2011 e (f) total de casos em todos os anos.....	32
Figura 7 – Estimativa de Kernel da distribuição dos casos de dengue segundo os anos em João Pessoa em: (a) 2007, (b) 2008, (c) 2009, (d) 2010, (e) 2011 e (f) total de casos.....	33
Figura 8 – Análise da precipitação e dos casos de dengue em João Pessoa em: (a) 2007, (b) 2008, (c) 2009, (d) 2010 e (e) 2011.....	35
Figura 9 – Total de casos de dengue segundo os bairros do municípios de João Pessoa entre 2001 e 2011.....	37

1. INTRODUÇÃO

A dengue apresenta-se como uma doença que se prolifera independente da classe social constituindo-se, atualmente, dentre as mais importantes doenças transmissíveis do mundo, especialmente nos países tropicais, onde as condições climáticas, associada a locais sem infraestrutura adequada, coleta de lixo e à ineficácia das políticas públicas de saúde, favorecem a proliferação de seus vetores (mosquitos do gênero *Aedes aegypti*)

O vírus da dengue pertence ao gênero *Flavivírus*, família *Flaviviridae*, sendo sua infecção causada por quatro sorotipos de *Flavivírus*: DEN-1, 2, 3 e 4, que produzem imunidade sorotipo específica. Pode manifestar-se como a dengue clássica, ou como a dengue hemorrágica e síndrome de choque por dengue, que são as formas clínicas mais graves (BRASIL, 2005, p. 89)

O avanço da dengue é influenciado pelas condições socioambientais de um determinado lugar que facilita a dispersão do vetor. Como ainda não existe uma vacina para a doença, e sabendo que seu vetor tem uma enorme capacidade de adaptação, a única forma de combater a disseminação do vírus é o esforço conjunto da sociedade junto à esfera pública.

Dentre as condições ambientais, o clima destaca-se, pois possui grande relevância no que diz respeito à qualidade de vida da população, especialmente, no que se refere à saúde, visto que há uma forte relação entre os elementos atmosféricos e a incidência de algumas doenças em ambientes tropicais.

Em relação aos fatores climáticos destacam-se as precipitações pluviais e as temperaturas elevadas, que mostram a relação positiva com a transmissão da dengue (FORATTINI, 2002). Alguns autores relacionaram os altos índices da doença com as variáveis climáticas como (SOUSA *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2007; GONÇALVES NETO e REBÊLO, 2004).

Entre as diversas maneiras que o clima pode afetar a saúde do homem Ayoade (2004) expõe que o clima desempenha papel determinante na incidência de certas doenças, uma vez que “o clima afeta a resistência do corpo humano a algumas doenças” e em segundo lugar “o clima influencia o crescimento, a propagação e a difusão de alguns organismos patogênicos ou de seus hospedeiros” (AYOADE, 2004, p. 291). Assim,

doenças como a dengue tendem a se disseminar em áreas de clima tropical (quente e úmido), pois, é onde o seu transmissor no Brasil (*Aedes aegypti*), encontra o ambiente favorável para sua reprodução.

Nessa perspectiva, Rouquayrol e Goldbaum (1993) destacam que os aspectos do clima mais influentes nos seres vivos implicados no processo de transmissão de doenças, são: a temperatura do ar, a umidade relativa e a precipitação pluviométrica. Esses elementos climáticos afetam a capacidade de reprodução e sobrevivência de agentes patogênicos no meio ambiente e, principalmente, dos chamados vetores de agentes infecciosos, tais como os mosquitos envolvidos na transmissão da dengue.

A localização geográfica do município de João Pessoa – PB propicia intensa insolação o ano todo, apresentando temperaturas médias anuais elevadas e um alto índice pluviométrico, favorecendo o desenvolvimento do vetor da dengue em seus diversos estágios de vida.

Nesse contexto, o município em estudo apresenta-se com grande potencial de proliferação da doença, pois possui as condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da dengue.

Vale destacar que o LEPAN (Laboratório de Ensino e Pesquisa em Análise Espacial) junto ao PROLICEN-UFPB foi fundamental na avaliação das variáveis climáticas, associando à identificação de áreas geográficas com maior risco de infecção e para o reconhecimento dos pontos mais propícios para a proliferação do mosquito transmissor.

1.1 Justificativa

O Brasil é um país predominantemente tropical (quente e úmido), onde boa parte de sua população vive em cidades com infraestrutura inadequadas e condições sanitárias precárias, fatores relevantes para a proliferação do mosquito transmissor da dengue.

Segundo a Prefeitura Municipal de João Pessoa a cidade apresentou um crescimento de 125.581 habitantes no período 2000-2010, representando a segunda maior taxa de crescimento demográfico do Nordeste, porém o seu PIB no período de 2002-2010

ficou com a quinta menor taxa de incremento entre as capitais nordestinas. Os efeitos do seu alto índice demográfico sem um correspondente crescimento econômico fez com que houvesse um crescimento urbano acelerado e desordenado.

De acordo com Mazetto (1996, p.21) “é no espaço urbano que encontramos os maiores exemplos de problemas socioambientais, que atingem diretamente a maior parte da população do planeta”.

As cidades cresceram de acordo com o desenvolvimento capitalista, ou seja, de forma desigual onde podemos perceber uma forte desigualdade no espaço urbano. Atualmente, as cidades se constituem como o lócus das diferenças sociais, e de acordo com Santos (1994, p.10):

A cidade em si, como relação social e materialidade, torna-se criadora de pobreza, tanto pelo modelo socioeconômico de que é o suporte, como pela sua estrutura física, que faz dos habitantes das periferias (e dos cortiços) pessoas ainda mais pobres. A pobreza não é apenas o fato do modelo socioeconômico vigente, mas também do modelo espacial.

É inevitável encontrarmos espaços urbanos sem que existam áreas que apresentem desigualdades de ordem estrutural. De um lado, nos deparamos com bairros luxuosos com infraestrutura adequada, onde há um serviço público atuante. Do outro, bairros precários, sem saneamento básico, moradias que vão do lado oposto ao conforto e saúde das pessoas.

Encontramos principalmente nas metrópoles, características de desigualdade econômica refletida nos espaços (favelas, condomínios luxuosos, shoppings, etc.), caracterizando-os como ambientes urbanos desiguais com diferentes níveis de qualidade de vida. De acordo com Carvalho (1997, p.3):

[...] a segregação entre os que detêm recursos econômicos e os que não os possuem acelera-se, fato demonstrado pela concentração espacial dos problemas de saúde e ambiental. As zonas de habitações deficientes, desagregação familiar e maior índice de violência, estão concentrados entre os mais pobres.

Com isso, identifica-se a segregação sócio-espacial urbana também no município de João Pessoa – PB, onde se percebe áreas dotadas de infraestrutura adequada e

recebendo uma boa prestação dos serviços públicos básicos, e outras unidades espaciais totalmente excluídas.

Portanto, leva-se em consideração que o meio-ambiente urbano tem poder de influência na vida das pessoas. A qualidade da área urbana é influenciada pelo seu meio-ambiente, assim a saúde de uma cidade se constitui através de um ambiente bem equilibrado e organizado. Com isso, a qualidade do ambiente é o que vai ser determinante para os processos Saúde-Doença.

Através dos estudos das organizações sócio-espaciais, podemos identificar a qualidade ambiental de um determinado lugar, e assim, buscar compreender a qualidade de vida da população deste local.

Em relação à qualidade ambiental e qualidade de vida Oliveira (1983, p6) expõe que:

[...] a qualidade do meio ambiente determina as várias formas e atividades de vida ou, ainda, que a vida determina o ambiente. O que ocorre é uma interação profunda e contínua entre ambos, devendo sempre haver um equilíbrio entre a vida e o meio ambiente. É evidente que esse equilíbrio e essa interação variam de escala, em tempo e lugar: há equilíbrios e interações frágeis e intensas, duradouras e efêmeras, presentes e passadas.

De forma mais simplificada, a Organização Mundial da Saúde (OMS) coloca que qualidade de vida é “a percepção do indivíduo sobre a sua posição na vida, no contexto da cultura e dos sistemas de valores nos quais ele vive, e em relação a seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações”.

Assim, o desenvolvimento de patologias como a dengue está associado às condições socioambientais de um determinado lugar, e são essas condições que irão determinar a qualidade de vida das pessoas. Para Sperandio (2006, p.20)

Deve-se ainda ressaltar que a problemática ambiental, e os estudos sobre a distribuição das patologias são temas que transcendem a velha dicotomia da Geografia Física versus Geografia Humana, uma vez que levam em consideração a complexidade de fatores ambientais, sociais e econômicos presentes no Espaço Organizado pela sociedade Humana.

Estes estudos devem ser abordados levando em consideração a Abordagem Sócio-ambiental da Geografia.

Com isso, o município em estudo apresenta-se com grande potencial de proliferação da doença, onde há condições socioambientais favoráveis para o desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti*.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar os casos de dengue no município de João Pessoa entre o período 2007 a 2011 relacionando com a influência da variabilidade climática.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Espacializar os casos de dengue entre 2007 e 2011 para o município de João Pessoa usando técnicas de Geoprocessamento.
- Analisar a relação entre os fatores climáticos e os casos de dengue no município de João Pessoa entre 2007 e 2011.
- Comparar a evolução dos casos de dengue e os anos de maiores incidências em João Pessoa no período de 2007 a 2011.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A pesquisa proposta enquadra-se no campo da Geografia Médica, possuindo duas abordagens, uma climática e outra epidemiológica. O enfoque climático se baseia nos apontamentos de Monteiro (2003) e a abordagem epidemiológica foi realizada segundo o roteiro de investigação epidemiológica da dengue do Guia de Vigilância Epidemiológica (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

Os estudos na perspectiva da climatologia e epidemiologia constituem a primeira linha de abordagem na Geografia Médica, até a primeira metade do século XX. De acordo com Mazetto (2008, p.18) a Geografia Médica “estava relacionada aos estudos de ‘epidemiologia geográfica’, em trabalhos que procuravam identificar e explicar a distribuição das doenças pelo espaço, especialmente as doenças infecciosas”.

Rouquayrol e Almeida (2003) expõe que os conhecimentos dos fatores geográficos colocam em evidencia as diferenças na distribuição das doenças. Sendo a análise do espaço geográfico o insumo para se entender os fatores geográficos e assim, mais uma variável na compreensão da espacialização das doenças.

Nos pressupostos de Rodrigues (2010, p.304-305),

A concepção ambiental para a origem das doenças subsidiou a constituição da Geografia Médica e de outros ramos do conhecimento científico, que também debateram o binômio saúde-ambiente. Desta maneira, pode-se afirmar que a análise geográfica para explicar a saúde humana é, por sua origem, antiga e se desenvolveu permeando os conhecimentos médicos e a análise geográfica dos elementos físicos constituintes do ambiente. Destacando-se em primeira ordem o clima, como um dos principais elementos do ambiente que interferiam diretamente na saúde e em vários outros aspectos da vida humana.

A concepção geográfica das doenças infecto-parasitárias passou a ter um maior impulso desde que as comunidades primitivas deixaram de ser nômades e passaram a fixar suas moradias tornando-se sedentárias. A partir daí o ambiente passou a ser alterado em escala contínua, interferindo na interação Sociedade/Meio/Agente/Vetor.

A Geografia Médica, ao buscar a identificação dos locais de ocorrência das doenças, busca também a descrição e a explicação das diferenças existentes na superfície

terrestre e a relação da humanidade com o meio, oferecendo assim, subsídios para o estudo da Epidemiologia que, ROUQUAYROL & GOLDBAUM (1993, p. 15) descrevem:

“Epidemiologia é a ciência que estuda o processo saúde-doença em coletividades humanas, analisando a distribuição e os fatores determinantes das enfermidades, danos à saúde e eventos associados à saúde coletiva, propondo medidas específicas de prevenção, controle, ou erradicação de doenças, e fornecendo indicadores que sirvam de suporte ao planejamento, administração e avaliação das ações de saúde” (ROUQUAYROL e GOLDBAUM, 1993, p. 15).

Com isso, essa pesquisa se enquadra nos pressupostos da Geografia da Saúde possuindo uma forte relação com a Epidemiologia e a Climatologia.

2.1 Abordagens climática e epidemiológica

Na procura de uma metodologia para analisar o clima urbano, levou Monteiro (2003) a se preocupar com as ordens de grandeza e os graus de organização do clima, buscando uma taxonomia da organização geográfica do clima, onde a área metropolitana corresponderia ao espaço climático denominado “Local”, sendo a estratégia de abordagem dividida em três pontos: os meios de observação (postos meteorológicos e rede complementar), os fatores de organização (integração geológica e ação antrópica) e as técnicas de análise (análise espacial). Assim, a partir da abordagem monteriana, elaborou-se o estudo do comportamento pluviométrico e térmico do município de João Pessoa, por meio dos dados dos postos pluviométricos, das estimativas de temperatura e da análise espacial.

O caminho epidemiológico orientou o setor da pesquisa voltado à compreensão das variáveis clínicas. Faz-se necessário estabelecer quais dados epidemiológicos e que formas de dados deve-se utilizar. Para isso a pesquisa apoiou-se nas orientações do Guia de Vigilância Epidemiológica (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009). Através do levantamento epidemiológico foi possível a aquisição dos dados e a obtenção de informações. Para Magalhães (2011 p.32) o guia propõe um levantamento dos dados relativo a doença como o número de casos confirmados e incidência, seguidos do ordenamento em tabelas e

gráficos de acordo com características determinadas (pessoas, lugar, tempo, etc). Essa disposição forneceu uma visão global do evento, permitindo a avaliação de acordo com as variáveis de tempo, espaço e pessoas, e de associação causal, permitindo a comparação entre os anos.

2.2 O uso do geoprocessamento na análise climática e ambiental

A análise espacial associada a métodos estatísticos é muito utilizada para buscar identificar variáveis explicativas, como possíveis fatores de riscos, objetivando compreender fenômenos ligados à dinâmica da distribuição de doenças.

Assim, consideramos que o geoprocessamento é um termo amplo, que envolve muitas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, através de programas computacionais. Santos et al (2004, p.6) afirmam que geoprocessamento “é o conjunto de técnicas de coleta, tratamento e exibição de informações referenciadas geograficamente”.

Dentre as técnicas englobadas no geoprocessamento destaca-se o Sistema de Informações Geográficas (SIGs). O SIG tem a capacidade de reunir uma grande quantidade de dados de expressão espacial, estrutura-los e manipula-los adequadamente. Santos, Pina e Carvalho (2000, p. 15) nos mostram que:

a tecnologia SIG integra operações convencionais de bases de dados, como captura, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados, com possibilidades de seleção e busca de informações e análise estatística, conjuntamente com a possibilidade de visualização e análise geográfica oferecida pelos mapas. Esta capacidade distingue os SIGs dos demais Sistemas de Informação e torna-os úteis para organizações no processo de entendimento da ocorrência de eventos, predição e simulação de situações, e planejamento de estratégias.

Recentemente, o uso de Sistemas de Informações Geográficas vem sendo utilizado para auxiliar no mapeamento das ocorrências de casos de doenças e na caracterização epidemiológica de endemias. Consideramos também que várias metodologias estão sendo usadas para a elaboração de estratégias para a mitigação de várias doenças.

Assim, para o estudo da distribuição das variáveis foi fundamental a utilização do geoprocessamento, pois possibilitou verificar, a ocorrência do padrão espacial e o período de ocorrência dos elementos climáticos (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar), do número de casos de dengue e a incidência da mesma.

2.3 A Dengue

A Dengue é uma doença infecciosa causada por um vírus que afetam o homem e constitui um sério problema de saúde pública no mundo, especialmente nos países tropicais e subtropicais, onde as condições de precipitação, temperatura, cobertura superficial e a presença inadequada de criadouros e água favorecem o desenvolvimento e a proliferação do *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, que são os principais vetores da doença (SILVA et al., 2010).

O Ministério da Saúde (2009, p.514) caracteriza a dengue como:

Doença febril aguda, que pode ser de curso benigno ou grave, dependendo da forma como se apresenta: infecção inaparente, dengue clássico (DC), febre hemorrágica da dengue (FHD) ou síndrome do choque da dengue (SCD). Atualmente, é a mais importante arbovirose que afeta o ser humano, constituindo-se em sério problema de saúde pública no mundo. Ocorre e dissemina-se especialmente nos países tropicais, onde as condições do meio ambiente favorecem o desenvolvimento e a proliferação do *Aedes aegypti*, principal mosquito vetor. (Ministério da Saúde, 2009, p.514).

São conhecidos quatro tipos de vírus que constituem os sorotipos designados como DENV I, DENV II, DENV III e DENV IV antigeneticamente separados. A infecção por um deles dá proteção permanente para o mesmo sorotipo e imunidade parcial e temporária contra os outros três, ou seja, a imunidade é permanente para um mesmo sorotipo, havendo imunidade cruzada temporariamente (MAGALHÃES, 2011 p.50).

A transmissão de acordo com o Ministério da Saúde (2009, p.514),

faz pela picada dos mosquitos *Ae. aegypti*, no ciclo ser humano – *Ae. Aegypti* – ser humano. Após um repasto de sangue infectado, o mosquito está apto a transmitir o vírus, depois de 8 a 12 dias de incubação

extrínseca. A transmissão mecânica também é possível, quando o repasto é interrompido e o mosquito, imediatamente, se alimenta num hospedeiro suscetível próximo. Não há transmissão por contato direto de um doente ou de suas secreções com uma pessoa sadia, nem por intermédio de fontes de água ou alimento.

O período de incubação da dengue varia de 3 a 15 dias, porém a média é de 5 a 6 dias. O período de transmissibilidade da doença compreende dois ciclos: um intrínseco, que ocorre no ser humano, e outro extrínseco, que ocorre no vetor. A transmissão do ser humano para o mosquito ocorre enquanto houver presença de vírus no sangue do ser humano. Esse período começa 1 dia antes do aparecimento da febre e vai até o 6º dia da doença. No mosquito, após um repasto de sangue infectado, o vírus vai se localizar nas glândulas salivares da fêmea do mosquito, onde se multiplica depois de 8 a 12 dias de incubação. A partir desse momento, é capaz de transmitir a doença e assim permanece até o final de sua vida de 6 a 8 semanas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

Seu ciclo de vida compreende quatro etapas (Figura 01). O contato dos ovos com a água é fundamental, pois a partir desse contato que há a eclosão. Após saírem dos ovos as larvas passam por quatro estágios de desenvolvimento, em um período que varia de acordo com a temperatura, a disponibilidade de alimento e a densidade larvária no recipiente (MAGALHÃES, 2011 p. 52). A fase seguinte é a fase de pulpa seguido da metamorfose para mosquito. A estimativa de tempo completo do ciclo é muito imprecisa visto a complexidade de fatores envolvendo sua dinâmica. Silva Junior e Pontes Junior (2008) chamam a atenção que o período de incubação do ovo até a pulpação pode variar de 5 dias em condições ótimas a semanas em locais com baixa temperatura e alimento insuficiente, sendo que um ovo pode resistir até um ano sem eclodir. A fase pulpa dura de 2 a 3 dias e dois dias após virarem mosquito eles estão aptos a acasalar, reiniciando o ciclo. Em média, cada *Aedes aegypti* vive em torno de 30 dias e a fêmea chega a colocar entre 150 e 200 ovos de cada vez (Silva Junior e Pontes Junior, 2008).

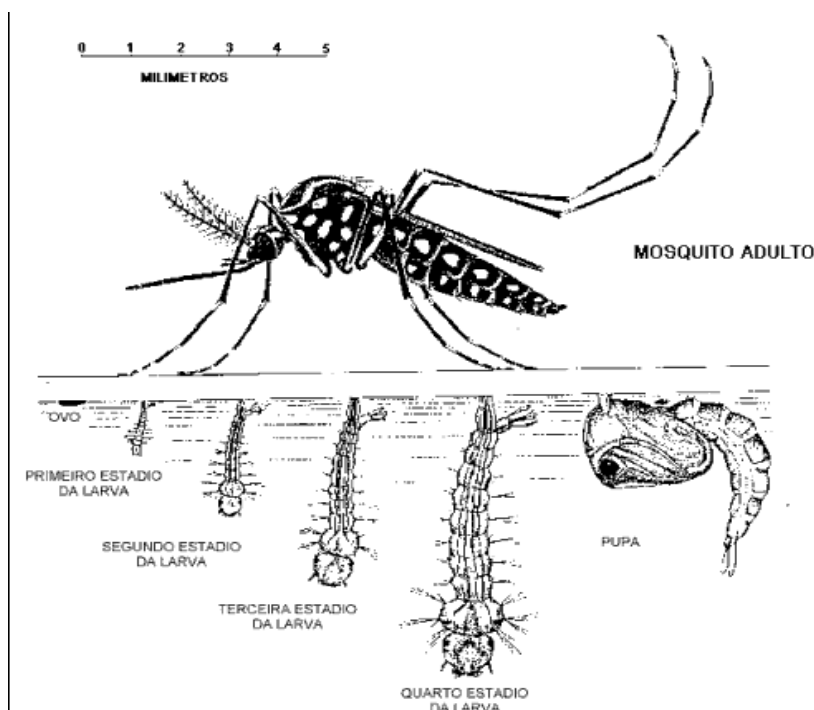


Figura 1 – Fases do desenvolvimento do mosquito *Aedes Aegypti*.
Fonte: Oliveira (2006).

A transmissão da dengue ocorre pela picada do *Aedes aegypti* fêmea infectada que costuma ser durante o dia. Na sua fase larvária o inseto vive em reservatórios de água parada e limpa, geralmente água armazenada para uso doméstico.

O *Aedes aegypti* desenvolveu uma grande capacidade de adaptação ao ambiente urbano, com isso, há muitos pesquisadores examinando o desenvolvimento desse mosquito na tentativa de descobrir seus hábitos e comportamentos. Silva Junior e Pontes Junior (2008, p.12) afirmam que,

pequenas altitudes, a temperatura, a umidade e a precipitação média anual afetam a sobrevivência e reprodução do vetor, da mesma maneira que a temperatura afeta a replicação do vírus no vetor. Esses parâmetros geográficos e climáticos podem ser utilizados para estratificar as áreas em que se espera que a transmissão seja endêmica, epidêmica ou esporádica (SILVA JUNIOR E PONTES JUNIOR, 2008).

Em relação a temperatura Focks *et al* (1995), estimou que o período de incubação extrínseco do vírus é de 8,33 dias para temperaturas de 32° C e de 16,67 dias para temperaturas de 22° C, comprovando que as chances das fêmeas de completar o período de incubação é 2,64 vezes maior que aquelas submetidas às temperaturas mais baixas. Há

estudos como o de Watts et al (1987) que verificaram a temperatura do ar interferindo nas atividades de repasto sanguíneo das fêmeas dos mosquitos e em sua longevidade. Estes e outros estudos como os de Patz et al. (1998) indicam que a temperatura e a precipitação induzem variações na eficiência vetorial do *Aedes aegypti* sendo determinantes importantes no padrão cíclico anual de dengue.

2.4 Espacializações dos Casos de Dengue e sua Relação com a Variabilidade Termopluviométrica

Estudar a variabilidade de variáveis climatológicas é atualmente um desafio para diversas áreas do conhecimento, sobretudo devido à grande relevância sobre as implicações da disponibilidade hídrica em ambientes rurais e urbanos (SILVA *et al.*, 2010). O clima é considerado como o elemento condicionador da dinâmica do meio ambiente, pois exerce influência direta tanto nos processos de ordem física quanto biológica, assim como na sociedade de modo geral, constituindo-se, portanto, em um recurso essencial para a vida e para as atividades humanas.

O estudo do comportamento espacial de variáveis climáticas, como é o caso da precipitação, umidade relativa do ar e temperatura são fundamentais tanto para o gerenciamento dos recursos hídricos quanto para o planejamento das atividades urbanas. A identificação de regiões homogêneas quanto aos padrões individual ou combinado de diferentes elementos meteorológicos tem sido uma prática habitual e desenvolvida por diferentes metodologias, seja pelo uso de técnicas de análise multivariada ou por geoestatística, com o auxílio de Sistemas de Informações Geográficas.

Mais recentemente, as geotecnologias vêm sendo utilizadas para auxiliar no mapeamento das ocorrências de casos de doenças e na caracterização epidemiológica de endemias. Diversas metodologias têm sido utilizadas na formulação de estratégias de controle de diversas doenças (BRAGA *et al.*, 2001; MONDINI *et al.*, 2005; FLAUZINO *et al.*, 2009; HASSAN *et al.*, 2012). O uso de metodologias que melhor destacam a influência dos processos ambientais e sociais nos padrões de transmissão de doenças são de extrema valia para adoção de medidas mitigadoras para prevenção e controle de doenças. Dessa forma, a modelagem espacial da relação entre a variação termopluviométrica e os registros

dos casos de dengue em uma determinada região constitui importante instrumento de apoio ao planejamento e ações contra a proliferação da doença no espaço urbano.

A série histórica de incidências de dengue no Brasil revela tendência ascendente da transmissão da doença, com valor máximo no ano de 2002 (MONDINI *et al.*, 2005). Atualmente, a doença está presente em 25 dos 27 estados brasileiros, e o mosquito vetor, em todos eles. As curvas de transmissão dessa doença no Brasil apresentaram comportamento cíclico, intercalando anos com incidências mais altas e anos com incidências mais baixas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002). Essa tendência de aumento dos casos de dengue e dengue hemorrágico tem ocorrido, apesar dos esforços realizados em termos de medidas de controle. Para Khormi e Kumar (2012), as razões para tal situação são complexas e não totalmente compreendidas, sendo necessária a realização de estudos mais aprofundados para sua elucidação.

Segundo Mondini *et al.* (2009) e Khormi *et al.* (2011), muitos fatores de risco estão associados à presença da doença e do vetor, dentre eles o crescimento populacional, urbanização inadequada, migrações, problemas de infraestrutura das cidades, falta de maior conscientização da população, viagens aéreas e deterioração dos sistemas de saúde. Para Gómez-Dantés (1995), a densidade da população é um fator importante para definir o padrão de transmissão de doenças, pois, tanto em cidades médias quanto grandes há uma maior probabilidade de que ocorram a infestação e a transmissão de doenças. Além disso, o controle de doenças nesses locais é difícil devido ao fato da limitação de recursos, à grande extensão e à heterogeneidade do espaço urbano (BARRERA *et al.*, 2000).

Nessa perspectiva, o uso das geotecnologias tornou-se fundamental para aplicação na área de saúde, com destaque para análises da distribuição espacial de endemias (SILVA *et al.*, 2012a). Sendo assim, a abordagem espacial, através de softwares especializados, permite a integração de dados demográficos, econômicos e ambientais, promovendo o inter-relacionamento das informações de diversos bancos de dados (KHORMI *et al.*, 2011).

Segundo Sá *et al.* (2009), a aplicabilidade de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) contribui no controle e no monitoramento de doenças, auxilia medidas de profilaxia mais adequadas, possibilita uma avaliação constante das medidas de controle empregadas e fornece informações atualizadas da real situação epidemiológica no espaço geográfico,

devido à integração e armazenamento de dados existentes conjuntamente com a análise espacial (SILVA et al., 2012b).

Conhecidamente, o maior número de ocorrências de dengue no mundo são em regiões tropicais, devido ao fato das grandes variações de precipitação, temperatura e umidade do ar durante o ano. Por isso, muitos estudos têm sido realizados envolvendo técnicas de SIG aplicadas à saúde, como Barcellos *et al.* (2005) no Brasil, Tipayamongkhogul e Lisakulruk (2011) na Tailândia, Mena (2011) na Costa Rica, e Khormi *et al.* (2011) na Arábia Saudita. Face ao exposto, o conhecimento da relação espacial dos casos de dengue pode propiciar maior entendimento sobre a dinâmica de transmissão e seu controle, tendo em vista as adaptações do mosquito transmissor da dengue aos fatores abióticos. Assim, este estudo buscou analisar a influência das variações climáticas sazonais na distribuição geográfica dos casos de dengue no município de João Pessoa.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 A Área de Estudo

O Município de João Pessoa (Figura 02) possui uma área de aproximadamente 211,47 km², com uma população total de 723.515 habitantes e uma densidade demográfica de 3.421,30 hab/km², segundo o Censo Populacional de 2010 (IBGE, 2010). João Pessoa está localizado na porção litorânea do Estado da Paraíba, entre os municípios de Cabedelo, Conde, Bayeux e Santa Rita, mais precisamente entre as coordenadas 281175.63 mE e 303014.44 mE e 9198740.14 mN e 9219035.92 mN, Fuso 25 S.

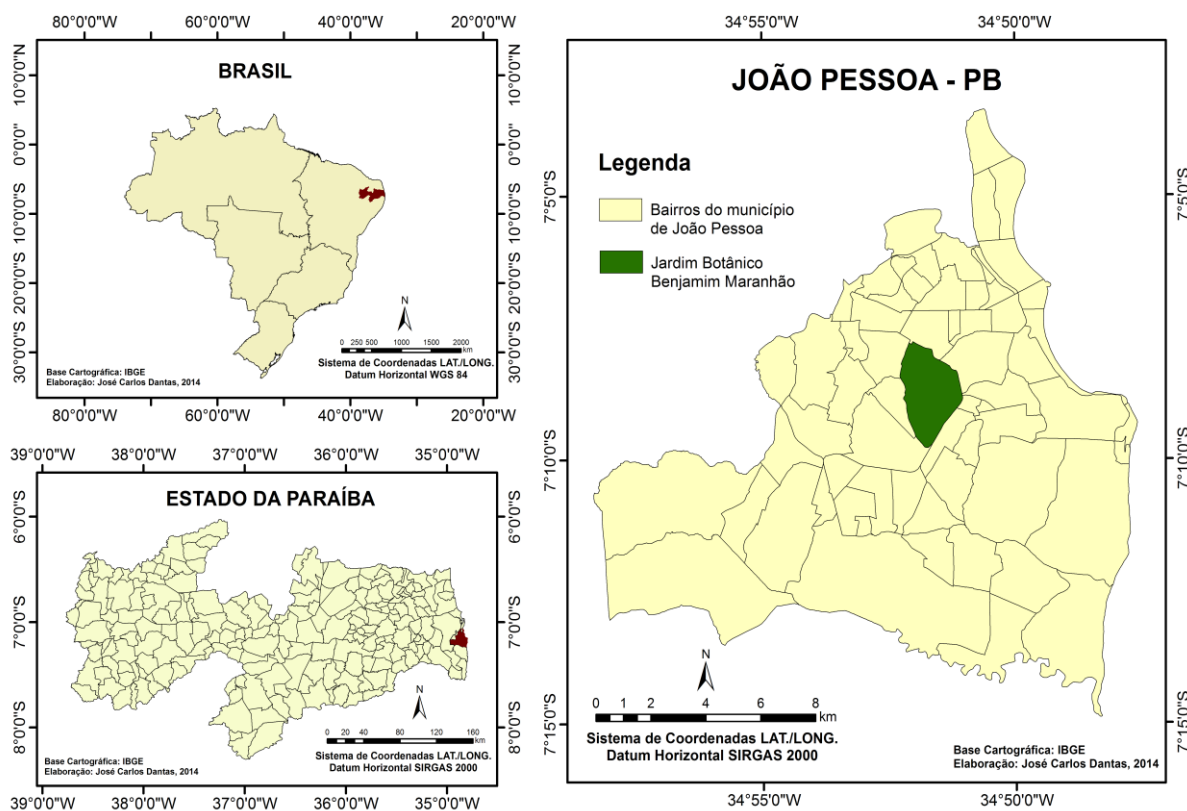


Figura 2 – Localização geográfica do município de João Pessoa.

A cidade de João Pessoa situa-se no Litoral do Estado da Paraíba, na Mesorregião da Zona da Mata, no baixo planalto costeiro, sobre uma formação sedimentar proveniente

de acumulações do próprio continente, nesse caso de materiais desagregados do Planalto da Borborema, fazendo parte do Grupo Barreiras. Podemos destacar que João Pessoa possui um alto índice pluviométrico devido a influencia da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) e da Massa de Ar Equatorial do Atlântico Sul (MEAS), além de elevadas temperaturas por estar próxima a linha do equador e não possuir grandes altitudes.

3.2 Coleta de dados e construção do banco de dados

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos junto à Secretaria Municipal de Saúde do Município de João Pessoa, referente aos casos registrados de dengue entre 2007 e 2011, pois eram os únicos dados disponíveis. Para a construção da base cartográfica foi utilizada uma imagem de alta resolução espacial do satélite *Quickbird* de 2011. Essa imagem foi georreferenciada e em seguida foram traçadas as ruas, os limites dos bairros, a malha quadras de lotes e do município de João Pessoa.

As informações epidemiológicas foram: endereço completo (rua, número, CEP e bairro), o posto de saúde de origem, sexo, idade, número de residentes no mesmo domicílio e estado civil. Os casos notificados da doença foram geocodificados com base no endereço contido na ficha de atendimento do paciente. Cada caso foi localizado geograficamente a partir da localização do endereço da residência do paciente na base cartográfica da malha de lotes do município de João Pessoa.

Entretanto, muitos dos casos não foram localizados devido a falhas no preenchimento dos formulários referentes ao endereço dos pacientes, pois, algumas informações estavam incompletas, como por exemplo, o endereço completo da residência, o que impossibilitou a localização geográfica de alguns dos casos notificados.

No que tange a base de dados termopluviométricos, foram utilizados dados diários da estação meteorológica de João Pessoa, para o período de 1970 a 2011, das variáveis: precipitação, umidade relativa do ar, e temperatura. Esses dados foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), acessando o banco de dados climático no endereço: <http://www.inmet.gov.br/portal>.

3.3 Análise Espacial dos Casos de Dengue

A análise espacial tem como ênfase mensurar propriedades e relacionamentos, levando-se em consideração a localização geográfica do fenômeno em estudo de forma explícita. A análise espacial pode ser definida como uma técnica que busca descrever os padrões existentes nos dados espaciais e estabelecer, preferencialmente de forma quantitativa, os relacionamentos entre as diferentes variáveis geográficas.

Segundo Câmara e Carvalho (2011), essa técnica compreende três métodos: métodos de visualização; métodos exploratórios e métodos que auxiliem a escolha de um modelo estatístico e a estimação dos parâmetros desse modelo. Esses métodos utilizam os seguintes procedimentos: (a) seleção, (b) manipulação, (c) análise exploratória, e (d) modelagem espacial.

Assim, a utilização de métodos de visualização e de ferramentas de análise espacial vem ganhando cada vez mais importância e contribuindo metodologicamente na análise espacial em epidemiologia geográfica.

3.4 Estimador de Intensidade Kernel

Com base em Câmara e Carvalho (2011), uma alternativa simples para analisar o comportamento de padrões de pontos é estimar a intensidade pontual do processo em toda a região de estudo. Para isto, pode-se ajustar uma função bi-dimensional sobre os eventos considerados, compondo uma superfície cujo valor será proporcional à intensidade de amostras por unidade de área. Para obter o mapa das áreas de risco a dengue do município de João Pessoa, optou-se pelo estimador de intensidade Kernel, por este ser um método muito útil, de fácil uso e interpretação para o conhecimento da distribuição de eventos de primeira ordem.

O estimador Kernel é um método não paramétrico para estimação de curvas de densidades, onde cada observação é ponderada pela distância em relação a um valor central, o núcleo. Esse estimador realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um em relação à localização de interesse.

Este estimador não é contínuo e depende fortemente da escolha do raio da distância (h), conhecido como parâmetro de suavização. Assim, variando o valor de h obtemos diferentes formas de $f(x)$. O estimador Kernel é dado por:

$$f(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau} K\left(\frac{s-s_i}{\tau}\right) \quad (1)$$

sendo τ o raio de influência, K é uma função kernel, s é o centro da célula a ser estimada, e s_i é o local do ponto que coincide com o centróide das áreas dentro do raio;.

O raio de influência define a área central no ponto de estimação u que indica quantos eventos u_i contribuem para a estimativa da função intensidade λ . Um raio muito pequeno irá gerar uma superfície muito descontínua; se for grande demais, a superfície poderá ficar muito suavizada, o resultado pode sugerir uma homogeneidade na região. Já h representa a distância entre a localização em que desejamos calcular a função e o evento observado. Após montagem do banco de dados, pôde-se aplicar o estimador Kernel com célula de saída com valor de 50 m e raio de 1000 m, para avaliar o fenômeno em questão utilizando o programa Spring 5.2.2.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Figuras 3 apresentam a variação mensal das variáveis termopluviométricas analisadas neste estudo e a quantidade de casos de dengue em João Pessoa. Percebe-se que a maior quantidade de caso ocorre no período entre os meses de março a agosto, período no qual ocorrem os maiores valores de precipitação e umidade relativa do ar e, conseqüentemente, as temperaturas mais baixas registradas na região.

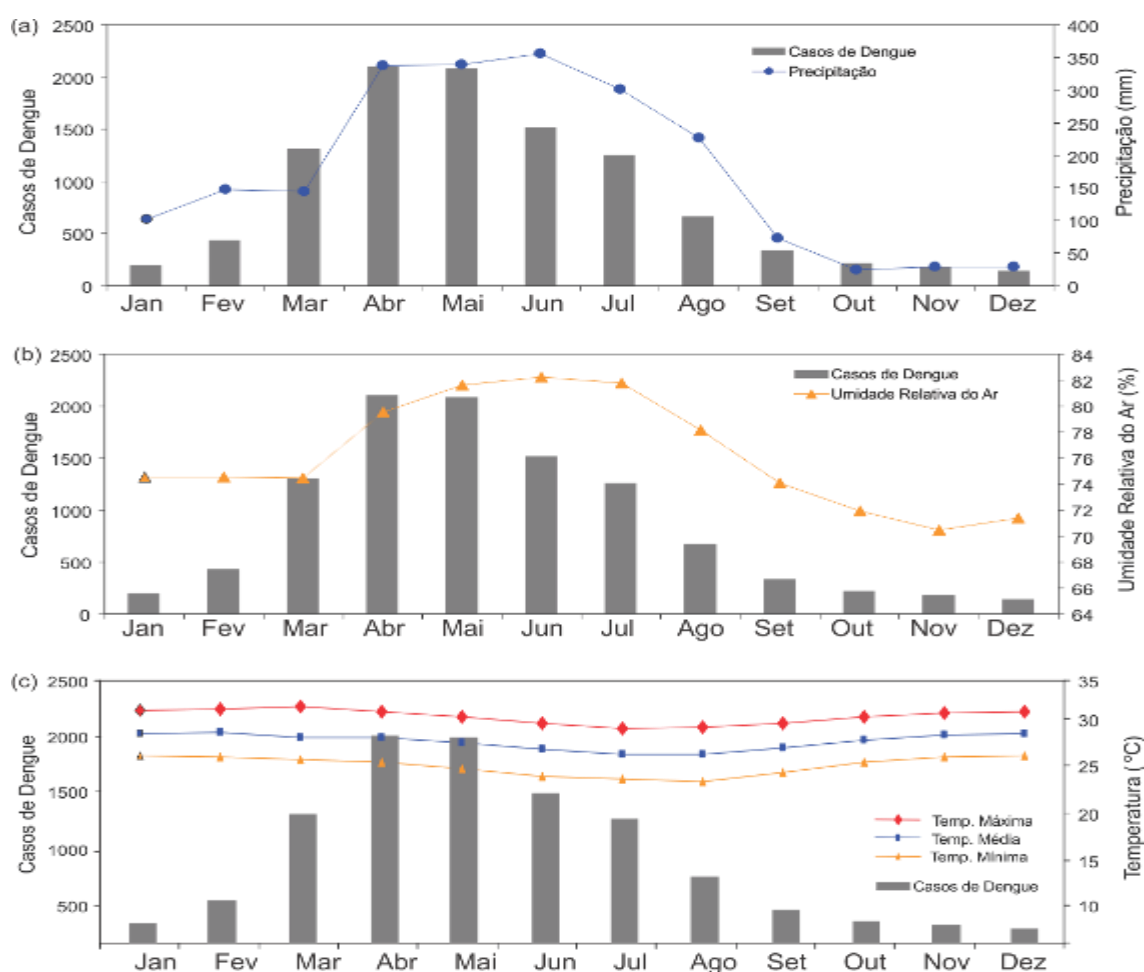


FIGURA 3 - Comparação entre os casos de dengue em João Pessoa entre 2007 e 2011 e as variáveis termopluviométricas: (a) Precipitação, (b) Umidade Relativa do Ar, e (c) Temperaturas Máxima, Mínima e Média

A Figura 4 indica as evoluções anuais da precipitação pluvial média para o município de João Pessoa. Pode-se observar a variabilidade nesta série, com destaque para o valor da precipitação máxima anual próxima de 3,000,0 mm. Percebe-se que em alguns

anos ocorreram precipitações significativamente muito acima da média (2,000,0mm) , como em 1970, 1973,1985, 1994 e 2009 (acima de 2,500,0 mm). Para as séries pluviométricas mínimas, ou seja, abaixo da média foram registradas em torno de 500 a 1,000 mm, com destaque para os anos de 1975, 1979, 1980 e 1981. Segundo Andreoli e Kayano (2007) e Silva *et al.* (2010) essas anomalias, isto é, a variabilidade anual e interanual podem ser explicadas no ponto de vista da climatologia como estando associados à influência dos eventos El Niño e La Niña, que influenciam na temperatura da superfície do mar.

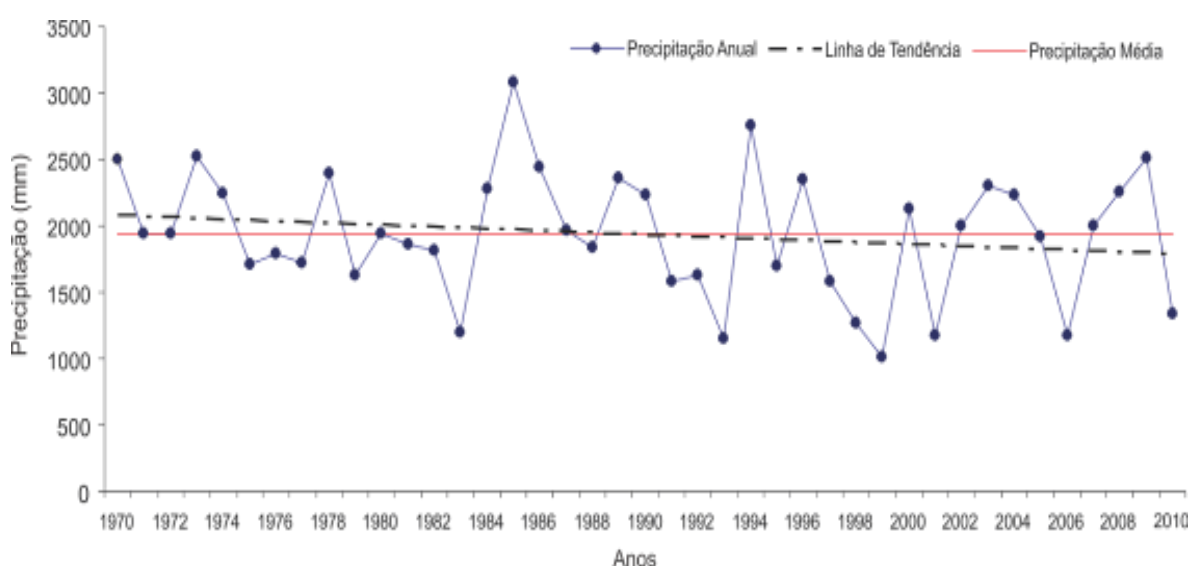


Figura 4 – Evolução anual da precipitação média para o município de João Pessoa. (Média anual: 1.930mm; Desvio médio: 527,73mm; Desvio padrão: 639,91).

Na Figura 5, pode-se observar a variabilidade pluvial anual no município em relação às anomalias. Dentro do período estudado, 13 anos possuíram precipitação pluvial acima da média, dos quais seis destes anos tiveram mais de 200 mm de precipitação média anual em relação à média histórica do município. No período estudado, 17 anos registraram precipitação média anual abaixo da média.

De acordo com os dados obtidos, o período chuvoso, que representa mais de 80% do total histórico de chuva no município, foi responsável por concentrar um total de 8.949 casos da doença em todo o período estudado, ou seja, 85% do total de casos notificados. Com isso, fica claro que ações mitigadoras (combater os focos que podem servir de

criadouro para a dengue e conscientizar a população) da proliferação da doença devem ocorrer justamente no período chuvoso, pois é nesse período que ocorrem o maior número de casos.

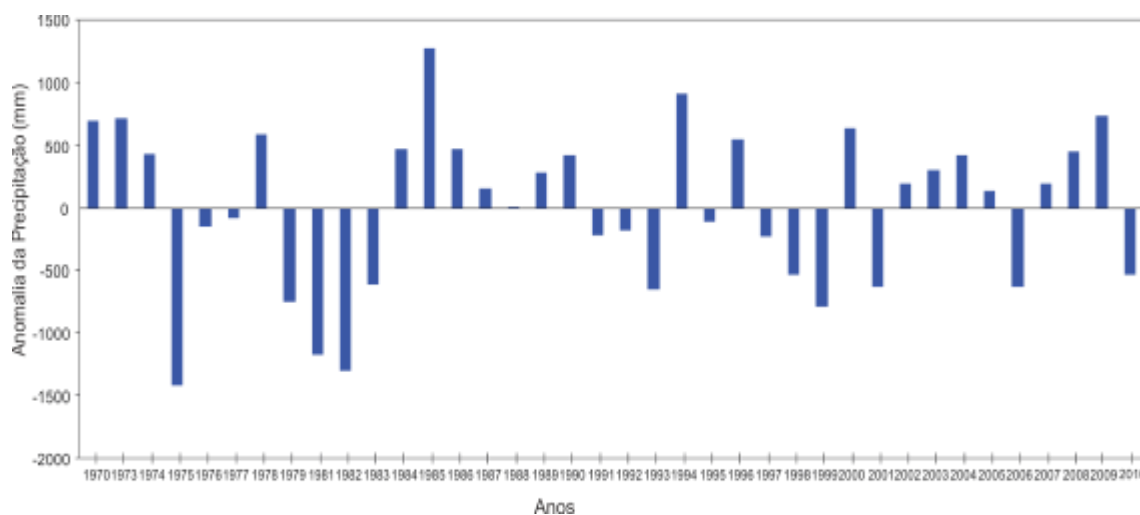


Figura 5 – Desvio das precipitações médias anuais (mm), para o período de 1970 a 2010 em João Pessoa.

Vale destacar que a proliferação ocorre em todos os meses do ano até nos meses com menores precipitações. Forattini e Brito (2003) mencionaram que a existência de reservatórios domésticos pode fornecer condições propícias à manutenção de populações de *A. aegypti*, mesmo em períodos de baixas precipitações. Relacionado a isso, a resistência dos ovos deste vetor em períodos de seca pode contribuir para sua presença em meses menos favoráveis a sua dispersão.

As Figuras 6 mostram a localização geográfica dos casos de dengue notificados em João Pessoa entre os anos de 2007 e 2011. A Figura 6f apresenta a inserção na base cartográficas de todas as ocorrências da doença no período estudado. A investigação da distribuição de casos em cada bairro da cidade indicou que no primeiro ano epidêmico (2007), os bairros que concentraram maior número de casos estavam situados na porção sudeste e noroeste da cidade. No segundo e terceiro ano de epidemia (2008 e 2009) houve uma sensível redução na quantidade dos casos da doença, e nota-se uma menor concentração da doença na porção sul da cidade. Essa configuração espacial da doença não foi retratada em 2010 e 2011, onde percebe-se um aumento no número de casos da doença.

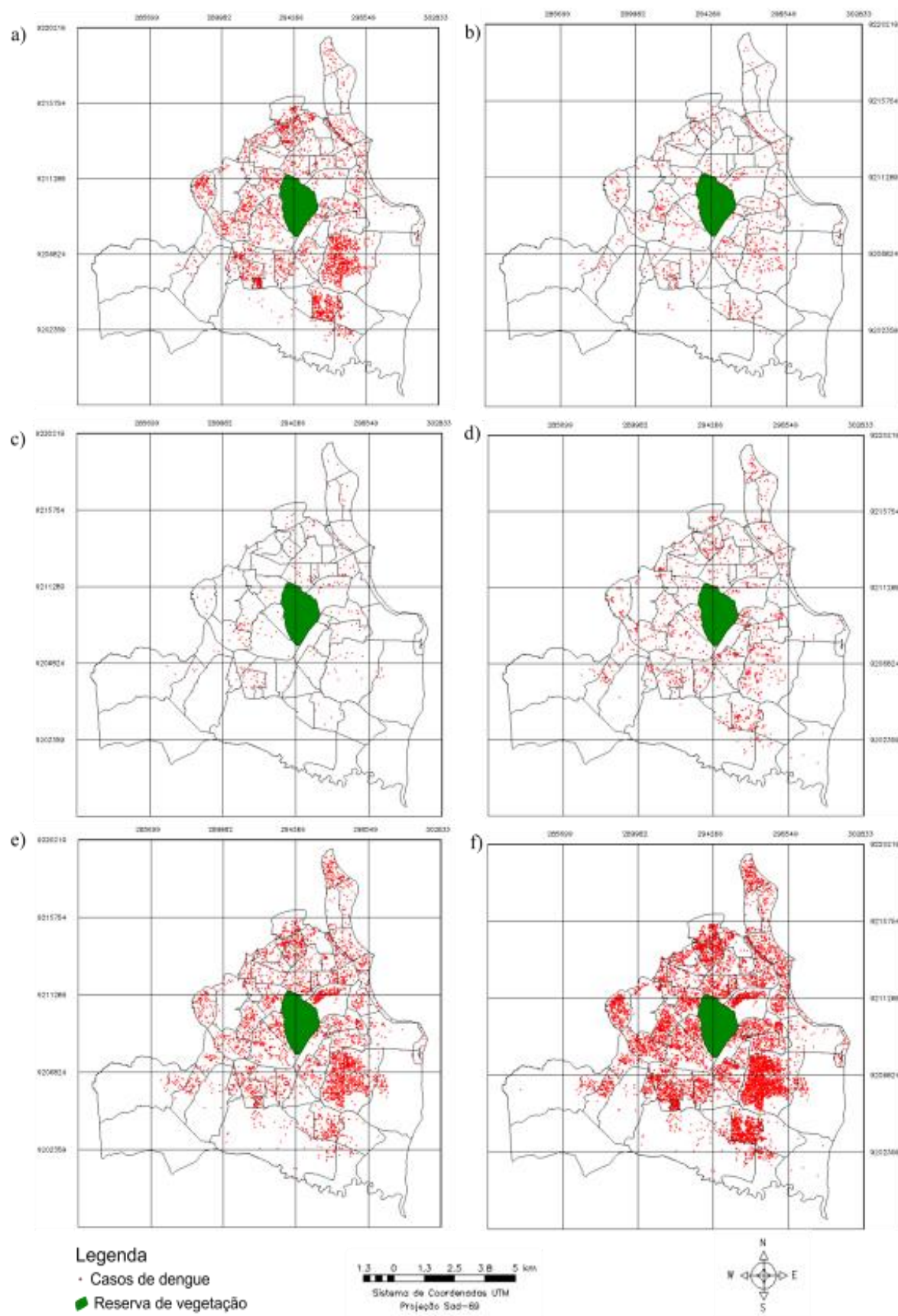


Figura 6 – Distribuição espacial dos casos de dengue em João pessoa em: (a) 2007, (b) 2008, (c) 2009, (d) 2010, (e) 2011 e (f) total de casos em todos os anos.

Para se analisar a intensidade dos casos de dengue ocorridos numa mesma residência, isto é, dois ou mais casos notificados da doença utilizou-se o estimador Kernel. As Figuras 7a-7e apresentam a distribuição de intensidade dos casos de dengue para cada ano estudado utilizando o estimador de Kernel. A Figura 7f visualiza a distribuição de intensidade do total de casos da doença.

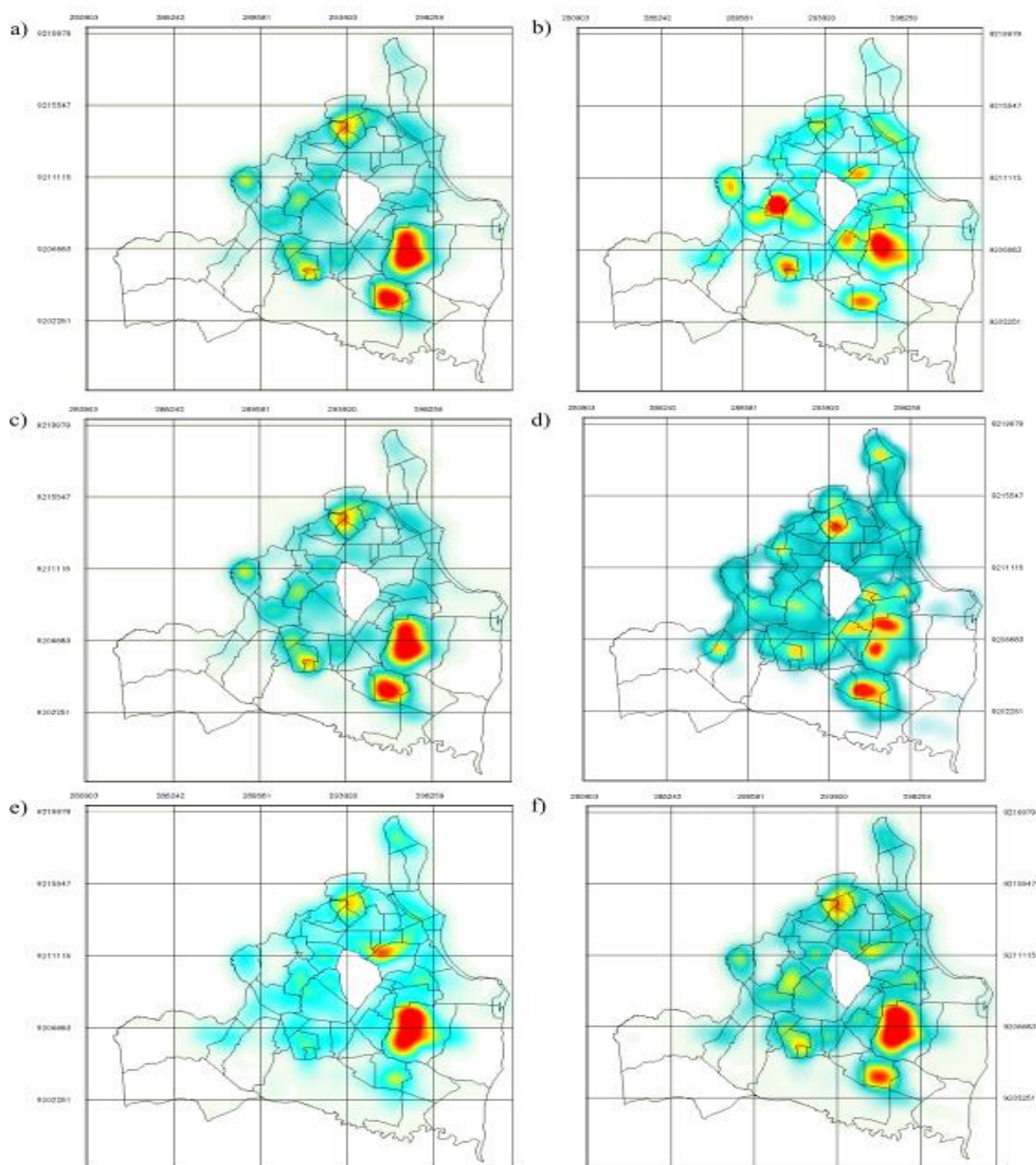


Figura 7 – Estimativa de Kernel da distribuição dos casos de dengue segundo os anos em João Pessoa em: (a) 2007, (b) 2008, (c) 2009, (d) 2010, (e) 2011 e (f) total de casos.

As áreas com maior número de casos estão justamente nas partes periféricas da cidade, pois é lá onde encontramos os bairros dotados de infraestrutura precária e concentram a maior parte da população de João Pessoa, são eles: Mangabeira, José Américo e Geisel (porção sudeste) e Mandacaru (porção noroeste). Um dos objetivos da análise de padrões pontuais é verificar se os eventos avaliados apresentam comportamento sistemático como agrupamento ou irregularidade.

Os bairros de Mangabeira, Valentina, Mandacaru e Roger por se constituírem como áreas mais pobres, desassistidas pelo governo e possuírem residências em locais favoráveis à proliferação da dengue, apresentaram maior ocorrência de riscos de casos de dengue segundo a estimativa de Kernel. Ainda em termos de distribuição, verifica-se que há uma menor concentração da doença nos bairros litorâneos e no bairro do Centro, que se caracterizam por uma maior concentração da população com melhores condições socioeconômicas e por estarem em locais dotados de infraestrutura adequada (coleta de lixo, pavimentação, saneamento básico).

. De acordo com a figura 4 João Pessoa apresenta um alto nível de precipitação durante o ano. A Figura 8 indica a correlação mensal dos casos de dengue com a precipitação, assim, percebe-se que entre os meses de março a agosto, houve a maior quantidade de casos de dengue devido ao aumento dos índices pluviométricos, levando em consideração que o município em estudo possui maior quantidade de chuva nas estações outono-inverno.

A figura 8 c apresenta um fato atípico, pois não houve aumento dos casos de dengue nos meses mais chuvosos e em nenhum dos outros meses registrou-se algum aumento. Assim, considera-se que por ser o ano que se constatou a menor quantidade de casos entre a série estudada (2007–2011), houve um considerável controle da doença.

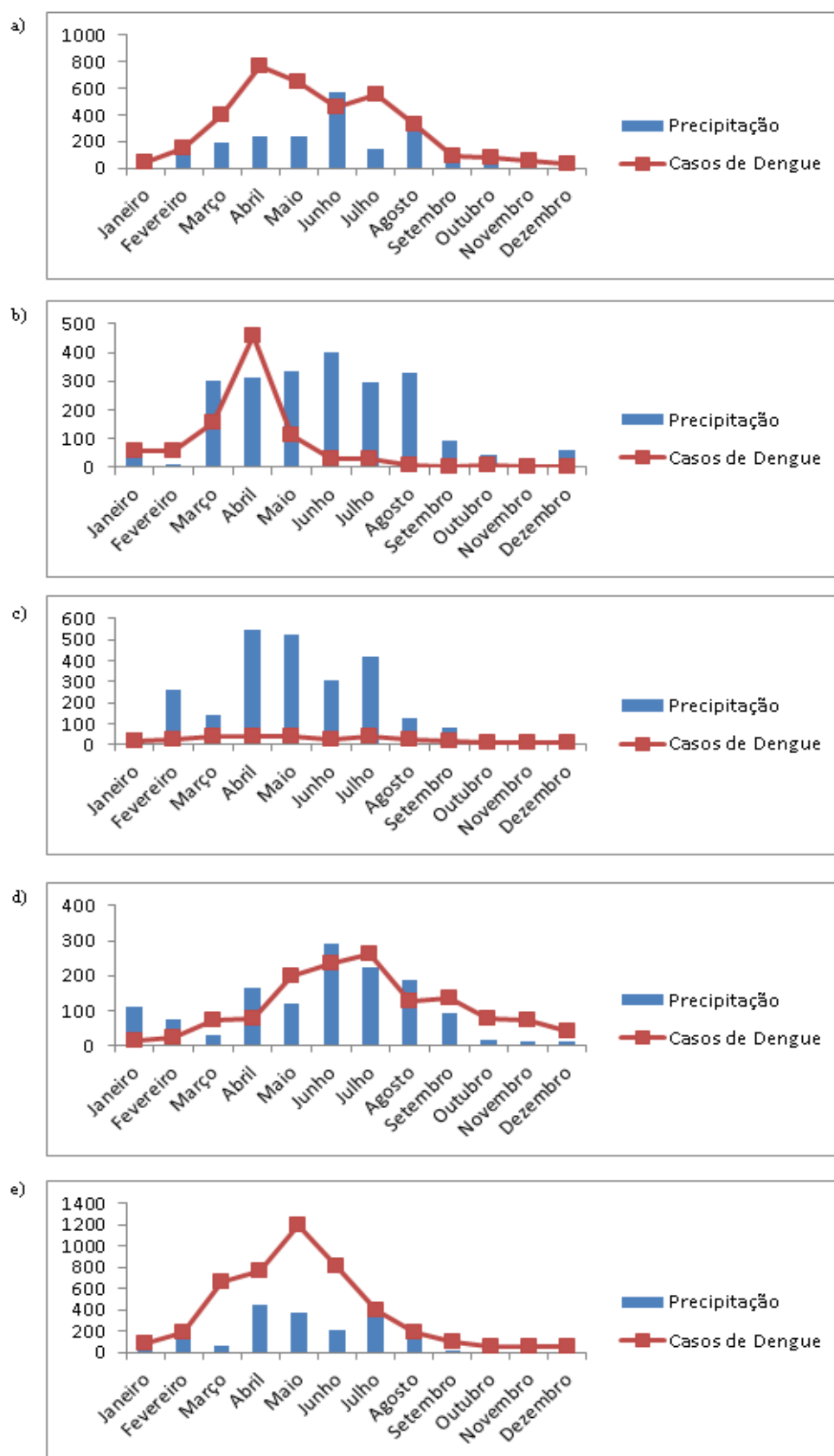


Figura 8 – Análise da precipitação e dos casos de dengue em João Pessoa em: (a) 2007, (b) 2008, (c) 2009, (d) 2010 e (e) 2011.

Existem muitos fatores que podem contribuir para a expansão das áreas de ocorrência da dengue, como: o processo de urbanização falta de saneamento básico, as variações climáticas, entre outras. Mas, as precipitações pluviais, geralmente mostram relação positiva com a transmissão da dengue (FORATTINI, 2002).

A Figura 9 mostra a espacialização dos totais de casos de dengue em cinco classes, segundo os bairros de João Pessoa, destacando os nomes dos bairros com maior concentração da doença. Percebe-se que a doença foi mais presente na classe com mais de 770 casos, ocorrido em Mangabeira (19,3%), 9 bairros com 272 a 769 casos (33,4%), e 15 bairros com 136 a 271 casos (27,3%), os demais registraram menos de 135 casos (20,0%). Verifica-se que os bairros com menor incidência da doença estão localizados na zona litorânea na porção sudeste e também na porção sudoeste, devido ao fato dessas regiões serem menos populosas.

As informações baseadas em casos notificados mostram apenas uma parte da realidade, pois é sabido que muitas pessoas infectadas ou são assintomáticas ou, mesmo que apresentem sintomas, não chegam a fazer parte das estatísticas oficiais (CHEN et al., 1996; MONDINI et al., 2005).

Dentro da perspectiva de que as ações de controle do dengue baseiam-se nas informações disponibilizadas pelo sistema de vigilância sanitária, a presente análise, pode produzir informações, conclusões e hipóteses importantes para o combate e controle da doença.

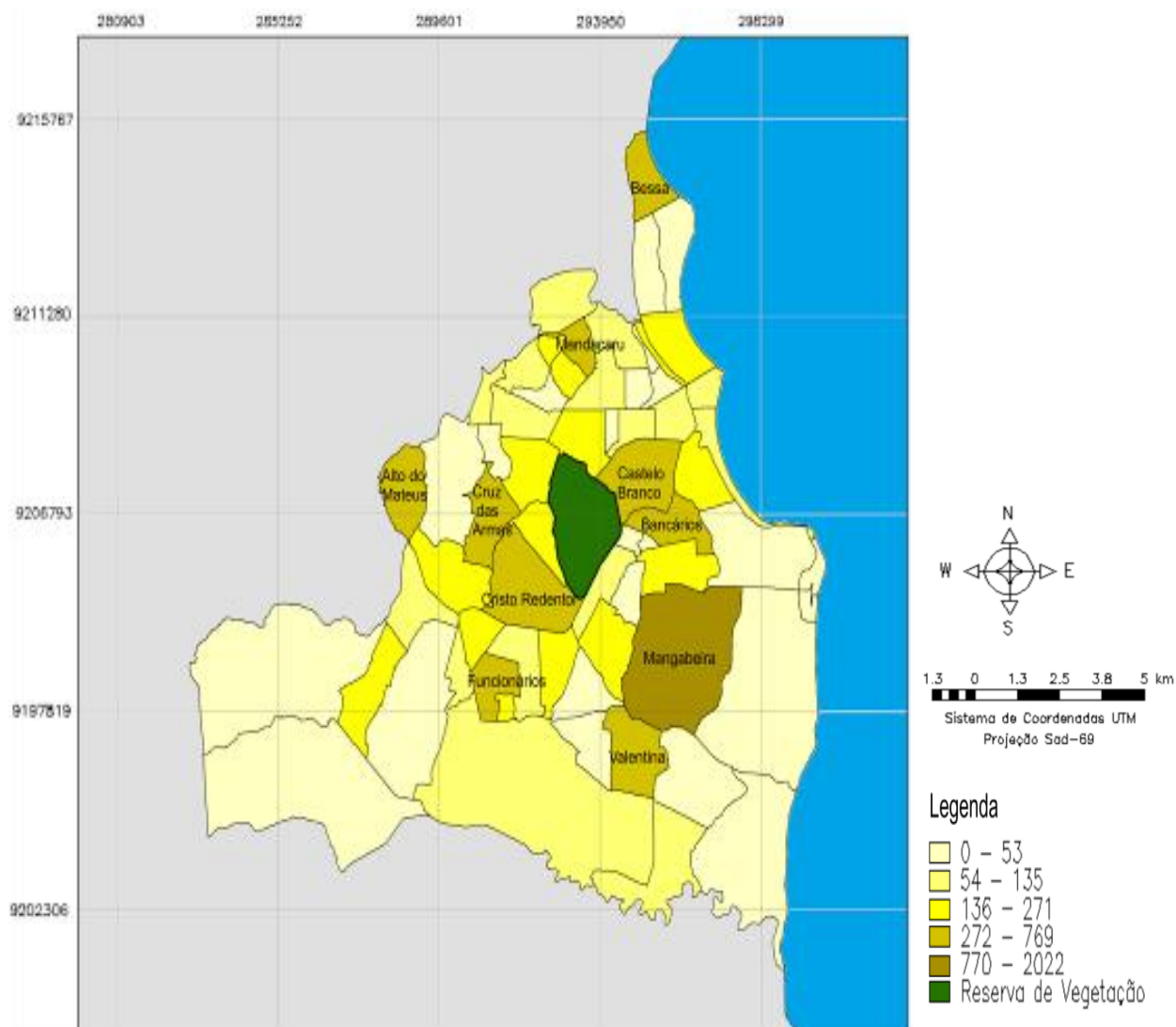


Figura 9 – Total de casos de dengue segundo os bairros do municípios de João Pessoa entre 2001 e 2011.

Os condicionantes responsáveis pela manifestação da dengue decorre do fato de que esta doença não possui controle clínico, sendo que alguns elementos socioambientais (clima, urbanização e modo de vida das populações) influenciam diretamente na reprodução do vetor e nos processos de transmissão da doença. Assim, as mudanças no meio geográfico aparecem como fatores fundamentais na produção da dengue em João Pessoa, pois, a transformação do espaço geográfico, a urbanização não planejada, a irregularidade na coleta de lixo entre outros fatores favorecem a disseminação de epidemias em grandes cidades.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar a epidemiologia da dengue, no período de 2007 a 2011, com o uso de informações secundárias da Secretaria Municipal de Saúde do Município de João Pessoa, para os dados da dengue, e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para os dados termopluviométricos. Estudos com dados secundários são passíveis de gerar vieses, que possam fugir um pouco da realidade, pelo fato do trabalho não ter controle algum sobre as variáveis utilizadas na pesquisa, porém, é a forma mais viável para tal pesquisa.

Vale destacar que o uso de Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas de grande valia para o estudo, análise e compreensão das relações entre os fenômenos termopluviométricos e os casos de doenças endêmicas, nesse caso a dengue, principalmente no que tange a eficiência e praticidade no acompanhamento desses casos.

Para Costa e Natal (1998) as maiores taxas de incidência de dengue ocorrem em regiões com piores condições de vida, neste estudo, os fatores importantes que favoreceu a propagação da dengue se encontram evidentes em bairros onde há precariedade das habitações e falta de saneamento básico. Com isso, as condições socioeconômicas estão diretamente associadas a maior quantidade de casos de dengue.

As consequências desses problemas sociais se tornam mais evidentes durante a ocorrência de altos índices de temperatura, precipitação e uma elevada umidade relativa do ar. Onde, de acordo com o exposto, a dengue no município de João Pessoa incide tipicamente nos meses mais quentes do ano, sem diferenças qualitativas para as regiões da cidade, porém, com diferenças quantitativas importantes, dividindo a cidade em três grupos distintos quanto ao número de notificações de casos.

Assim, de acordo com os resultados exposto se faz necessário uma maior atuação e um maior investimento da esfera pública, em medidas mitigadoras, principalmente nos bairros que apresentaram altas taxas de casos de dengue.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, R.V.; KAYANO, M.T. A importância relativa do atlântico tropical sul e pacífico leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 22, n. 1, p. 63-74, 2007.

AYOADE J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 10ª ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2004. 332p.

BARCELLOS, C.; PUSTAI, A. K.; WEBER, M. A.; BRITO, M. R. V. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 38, n. 3, p. 246- 250, 2005.

BARRERA, R.; DELGADO, N.; JIMÉNEZ, M.; VILLALOBOS, I.; ROMERO, I. Estratificación de una ciudad hiperendémica en dengue hemorrágico. *Revista Panamericana de Salud Publica*, v. 8, n. 2, p. 225-33, 2000.

BRAGA, C.; XIMENES, R.A.A.; ALBUQUERQUE, M.F.P.M.; SOUZA, W.V.; MIRANDA, J.; BRAYNER, F. Avaliação de indicador sócio-ambiental utilizado no rastreamento de áreas de transmissão de filariose linfática em espaços urbanos. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 17, n. 5, p. 1211-1218, 2001.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução Nº 196 de 10 de outubro de 1996. Disponível em: http://dtr2004.saude.gov.br/susdeaz/legislacao/arquivo/Resolucao_196_de_10_10_1996.pdf. Acessado em: 06 de novembro de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde - Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso. 6ed.rev. Brasília, 2005. 320p.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S. Análise espacial de eventos. Disponível em <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.14.53/doc/cap2-eventos.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2013.

CARVALHO, M. S. Aplicação de métodos de análise espacial na caracterização de áreas de risco a saúde. Tese de Doutorado em Engenharia Biomédica, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1997.

CHEN, W.J.; CHEN, L.J.; CHEN, C.C.; KING, C.C.; HARN, M.R. Silent transmission of dengue virus en Southern Taiwan. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 55, n. 1, p. 12-26, 1996.

COSTA, A.I.P., NATAL D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. Rev Saúde Pública. 1998; 32(3):323-36.

CRITCHFIELD, H. J. General climatology. 2^aed. New Delhi: Prentice Hall, 1968. 420p.

FLAUZINO, R.F.; SOUZA-SANTOS, R.; BARCELLOS, C.; GRACIE, R.; MAGALHÃES, M.; OLIVEIRA, R.M. Heterogeneidade espacial da dengue em estudos locais. Rev Saude Publica, v. 43, n. 6, p.1035-1043, 2009.

FOCKS, D. A.; DANIELS E.; HAILE, D. G.; KEESLING, J.E. A simulation model of the epidemiology of urban dengue fever: literature analysis, model development, preliminary validation and samples of simulation results. Am J Trop Med Hyg, v. 53, p. 489-506. 1995.

FORATTINI, O. P. Culicidologia médica: identificação, biologia e epidemiologia. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002. 545p.

FORATTINI, O. P.; BRITO, M. Reservatórios domiciliares de água e controle do *Aedes aegypti*. Revista de Saúde Pública, v.37, n.5, p. 676-677, 2003.

GÓMEZ-DANTÉS, H.; RAMOS-BONIFAZ. B.; TAPIA-CONYER, M.C. El riesgo de transmisión del dengue: un espacio para la estratificación. Salud Pública de México, v. 37, n. 1, p. 88-97, 1995.

GONÇALVES NETO, V. S; REBÊLO, J. M. M. Aspectos epidemiológicos do dengue no Município de São Luís, Maranhão, Brasil, 1997-2002. Caderno de Saúde Pública, v. 20, n. 5, p.1424-1431, 2004.

HASSAN, H.; SHOHAIMI, S.; HASHIM, N. R.. Risk mapping of dengue in Selangor and Kuala Lumpur, Malaysia. Geospatial Health, v. 7, n. 1, p. 21-25, 2012.

SILVA JÚNIOR, B.; PONTES JÚNIOR, F. G. Epidemiologia da Dengue. In: SOUSA, L. J. de. Dengue: diagnóstico, tratamento e prevenção. 2^a ed. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2008. 248p.

KHORMI, H. M.; KUMAR, L. Assessing the risk for dengue fever based on socioeconomic and environmental variables in a geographical information system environment. Geospatial Health, v. 6, n. 2, p. 171-176, 2012.

KHORMI, H. M.; KUMAR, L.; ELZAHARY, R. A. Modeling spatio-temporal risk changes in the incidence of dengue fever in Saudi Arabia: a geographical information system case study. Geospatial Health, v. 6, n. 1, p. 77-84, 2011.

KITRON, U. Landscape Ecology and Epidemiology of Vecto-Borne Diseases Tools for Spatial Analysis. Journal of Medical Entomology, v. 35, n 4, p. 435-445, 1998

MAGALHÃES, G. B. Clima e saúde: relação entre os elementos atmosféricos e a dengue na região metropolitana de fortaleza, Fortaleza – CE, 2011

MAZETTO, F. A. P. Análise da Qualidade de vida urbana através do indicador saúde (doenças transmissíveis): o exemplo de Rio Claro-SP. Dissertação de mestrado, área de concentração em organização do espaço; UNESP – IGCE. Rio Claro(SP) 1996. 219-p.

MAZETTO, F. de A. P. Pioneiros da geografia da Saúde. Séculos XVIII, XIX e XX. In: BARCELLOS, C. A Geografia e o contexto dos problemas de saúde. Rio de Janeiro: ABRASCO: ICICT: EPSJV, 2008. 384p.

MENA, N.; TROYO, A.; BONILLA-CARRIÓN, R.; CALDERÓN-ARGUEDAS, Ó. Factores asociados con la incidencia de dengue en Costa Rica. Revista Panamericana de Salud Publica, v. 29, n. 4, 234-242, 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Guia de Vigilância Epidemiológica, Brasília – DF, 7º edição, 2009.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue. Brasília (DF), 2002.

MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. (orgs). Clima Urbano. São Paulo: Contexto, 2003.

MONDINI, A.; CHIARAVALLOTI NETO, F.; GALLO Y SANCHES, M.; LOPES, J. C. Análise espacial da transmissão de dengue em cidade de porte médio do interior paulista Spatial analysis of dengue transmission in a medium-sized city in Brazil. Rev Saúde Pública, v. 39, n. 3, p. 444-451, 2005.

OLIVEIRA, C. L; BIER, V. A; MAIER, C. R; RORATO, G. M; FROST, K. F; BARBOSA, M. A. Incidência da dengue relacionada às condições climáticas no município de Toledo – PR. *Arquivos de Ciências saúde UNIPAR*, n. 11, v.3, p. 211-216, 2007.

OLIVEIRA, L. de. A percepção da qualidade ambiental: ação do homem e qualidade ambiental. Rio de Janeiro, ARGeo; Câmara Municipal, 1983.

OLIVEIRA, M. F. de. Condicionantes sócio-ambientais urbanos da incidência da dengue na cidade de Londrina/PR. (Dissertação de Mestrado). Paraná: UFPR – Programa de Pós-graduação em Geografia, 2006.

PATZ, J. A.; MARTENS, W. J. M.; FOCKS, D. A.; JETTEND, A. H. Dengue Fever Epidemic Potential as Projected by General Circulation Models of Global Climate Change. *Environmental Health Perspectives*, v. 6, nº 3. 1998.

RODRIGUES, Z. M. R. Geografia da saúde no Maranhão: Pressupostos e Origens. In: BONFIM, P. R. A.; NETO, M. F. de S. Geografia e Pensamento Geográfico no Brasil. São Paulo: Annablume, 2010, 346p.

ROUQUAYROL, M. Z.; GOLDBAUM, M. Epidemiologia, História Natural e Prevenção de Doenças. In: ROUQUAYROL, M.Z.(Org.). Epidemiologia e saúde. 4ªed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1993.

ROUQUAYROL, M. Z & ALMEIDA FILHO, N - Epidemiologia & Saúde, 6ªed. Rio de Janeiro, MEDSI, 2003

SANTOS, S. M.; PINA, M. F.; CARVALHO, M. S. Conceitos básicos de sistema de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde. Brasília: Organização Pan-americana de Saúde / Ministério da Saúde, 2000, 122p.

SANTOS, M. A urbanização brasileira. Editora Hucitec. São Paulo, 1994, segunda edição. 157-p.

SILVA, I. A. MENDES; P. C. OLIVEIRA, J. C. de; LIMA, S. C. Distribuição das chuvas e ocorrência de casos confirmados de dengue em Uberlândia-MG. 2010. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 9, 2010. Anais... Fortaleza-CE: ABclima, 2010, p. 1-12.

SILVA, R. M.; PINTO, H. R. F.; COSTA, S. G. F.; PINTO, K. R. F. Análise espacial da endemia hanseníca no município de Bayeux (PB) mediante técnicas de SIG. Revista Sociedade & Natureza, v. 24, n. 2, p. 345-358, 2012b.

SILVA, R. M.; PINTO, H. R. F.; COSTA, S. G. F.; PINTO, K. R. F. Modelagem geoespacial e temporal da hanseníase entre 2001 e 2011 no município de Bayeux, Paraíba. Hygeia, v. 8, n. 15, p. 89-103, 2012a.

SILVA, R. M.; SILVA, L. P.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, C. A. G. Análise da variabilidade espaço-temporal e identificação do padrão da precipitação na bacia do rio Tapacurá, Pernambuco. Sociedade & Natureza, v. 22, n. 4, p. 357-372, 2010.

SOUSA, N. M. N.; DANTAS, R. T.; LIMEIRA, R. C. Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia em João Pessoa-PB. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 22, n. 2, 183-192, 2007.

SPERANDIO, AMG. Relembrando os princípios da Rede de Municípios Potencialmente Saudáveis. O plano diretor: uma ferramenta para o desenvolvimento das políticas públicas de um município potencialmente saudável. SPERANDIO AMG; Malo M.(org.) – Campinas: Universidade de Campinas. Departamento de Medicina Preventiva; Organização Pan-Americana de Saúde, 2006.

TIPAYAMONGKHOLGUL, M.; LISAKULRUK, L. Socio-geographical factors in vulnerability to dengue in Thai villages: a spatial regression analysis. *Geospatial Health*, v. 5, n. 2, p. 191-198, 2011.

WATTS, D.M.; BURKE, D.S.; HARRISON B. A.; WHITMIRE, R. E. Effect of temperature on the vector efficiency of *Aedes aegypti* for dengue 2 virus. *Am J Trop Med Hyg*, v. 36, p. 143-452. 1987.